

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-245247

(P2004-245247A)

(43) 公開日 平成16年9月2日(2004.9.2)

(51) Int.Cl.⁷F 1 6 C 33/32
H 0 2 K 7/08

F 1

F 1 6 C 33/32
H 0 2 K 7/08

テーマコード(参考)

3 J 1 0 1
5 H 6 0 7

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2003-32820 (P2003-32820)
(22) 出願日 平成15年2月10日(2003.2.10)(71) 出願人 000003078
株式会社東芝
東京都港区芝浦一丁目1番1号
(74) 代理人 100078765
弁理士 波多野 久
(74) 代理人 100078802
弁理士 関口 俊三
(74) 代理人 100077757
弁理士 猿渡 章雄
(74) 代理人 100122253
弁理士 古川 潤一
(72) 発明者 藤内 弘喜
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株
式会社東芝横浜事業所内

最終頁に続く

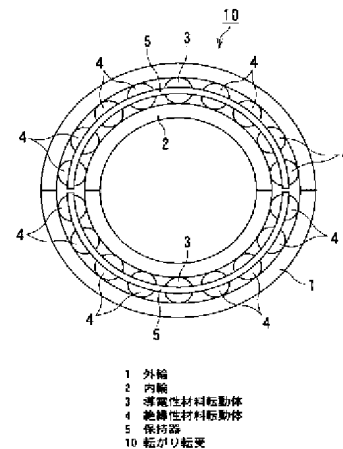
(54) 【発明の名称】 転がり軸受およびそれを用いたスピンドルモータ

(57) 【要約】

【課題】 機器の高速回転時における安定した摺動性を有し、さらに帯電防止特性を備えることにより、電子機器の信頼性および品質を向上することが可能な転がり軸受およびそれを用いたスピンドルモータを提供する。

【解決手段】 回転中心に対して同心状に配置された内輪と外輪との間の環状空間に保持器を介して複数の転動体を配設した転がり軸受において、複数の転動体がセラミックス製転動体と導電性材料製転動体とから構成されていることを特徴とする転がり軸受。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

回転中心に対して同心状に配置された内輪と外輪との間の環状空間に複数の転動体を配設した転がり軸受において、複数の転動体がセラミックス製転動体と導電性材料製転動体とから構成され、導電性材料製転動体の少なくとも一組以上は回転中心に対して点対称の位置に配置されていることを特徴とする転がり軸受。

【請求項 2】

セラミックス製転動体が窒化けい素焼結体で構成されていることを特徴とする請求項 1 記載の転がり軸受。

【請求項 3】

導電性材料製転動体の直径が、セラミックス製転動体の直径より $0.03 \sim 0.3 \mu\text{m}$ 小さく形成されたことを特徴とする請求項 1 記載の転がり軸受。

【請求項 4】

セラミックス製転動体および導電性材料製転動体が球状に形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の転がり軸受。

【請求項 5】

転がり軸受に配設される転動体の総数に占めるセラミックス製転動体の割合が 50% 以上であることを特徴とする請求項 1 記載の転がり軸受。

【請求項 6】

請求項 1 ～ 請求項 5 のいずれかに記載の転がり軸受を回転軸の軸受として用いたことを特徴とするスピンドルモータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、転がり軸受およびそれを用いたスピンドルモータに関し、特に安定した摺動性を有し、帯電防止特性に優れた転がり軸受およびそれを用いたスピンドルモータに関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、ハードディスクドライブ（HDD）等の磁気記録装置やDVD、またはモバイル製品や各種ゲーム機器等の発達は目覚ましいものがある。これらの機器は、通常、スピンドルモータ等の回転駆動装置により回転軸を高速回転させることによりディスクドライブを機能させている。

【0003】

従来、回転軸を支持する転がり軸受の転動体には、軸受鋼等の金属材料で構成した転動体を用いられてきた。

【0004】

しかしながら、軸受鋼等の金属製転動体は、耐摩耗性が十分でないことから、例えば、前記電子機器のように 5000rpm 以上の高速回転が要求される機器分野においては、耐久性が低く、また機器ごとの耐久性のばらつきが大きいという問題があった。

【0005】

また、上記従来の金属製転動体を用いた転がり軸受は、摩耗による摺動性の劣化や、振動による音響特性の低下等の不具合が生じやすく、そのため、信頼性が高い回転駆動機構を提供することが困難な状況であった。

【0006】

このような不具合を解決するために、近年、転動体を構成する材料として窒化けい素を主成分とするセラミックス焼結体材料を用いる試みが為されている。窒化けい素焼結体は金属と比較して軽量であり、また、各種のセラミックス焼結体材料の中でも特に摺動性に優れ、十分な耐摩耗性を有し、機器の高速回転時における信頼性を向上させることが可能であるため、高機能の回転駆動機構を提供することができる。

10

20

30

40

50

【0007】

従来の転がり軸受としては、転動体の全てがセラミックスである転がり軸受において、転動体を一つ以上の転動体を窒化けい素転動体とジルコニア転動体とからなるものとした転がり軸受がある。（例えば、特許文献1参照）。

【0008】

【特許文献1】

特開2000-327751号公報

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、窒化けい素製転動体は電氣的に絶縁物であるので、機器を高速回転した際に発生する静電気が軸受鋼等の金属部材により作製された回転軸部やボール受け部（転動体以外の転がり軸受の構成要素）に十分に発散されないといった問題が発生することがあった。

【0010】

このように静電気がうまく発散されず必要以上に帯電してしまうと電子機器、例えばハードディスクドライブ等のように磁氣的信号を用いる記録媒体に悪影響を与えてしまう結果、ハードディスク等の電子機器自体を破壊してしまうといった現象が起きることがあった。

【0011】

例えば、上記特許文献1に記載の転がり軸受の場合、静電気の帯電を防止するために転動体に添加物を混合して電気抵抗値を変化させることにより導電性を制御するが、転動体の材料に添加物を混合することは、強度や破壊靱性を低下させることを招くため、好ましくなかった。また、転動体の強度や破壊靱性を保持しようとすると、添加物の添加量を制限しなければならず、静電気の帯電を防止するために必要な導電性を付与することができないという問題もあった。

【0012】

さらに、窒化けい素製の転動体は、熱膨張係数が金属の3分の1以下である。そのため、機器を高速回転した際に発生する熱による熱膨張がほとんど無く、軸受鋼等の金属部材により作製された回転軸部やボール受け部（転動体以外の転がり軸受の構成要素）の熱膨張と整合しないという問題も発生していた。

【0013】

このように部材同士の熱膨張が整合しないと機器に回転振れ等が生じ、その結果、ハードディスク等の電子機器自体が破壊されてしまうといった現象も起きていた。

【0014】

本発明は、上述した課題を考慮してなされたものであり、機器の高速回転時における安定した摺動性を有し、さらに帯電防止特性を備えることにより、電子機器の信頼性および品質を向上することが可能な転がり軸受およびそれを用いたスピンドルモータを提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】

本発明者らは、機器の高速回転時における安定性に優れ、また軸回転により生じる静電気により電気機器が帯電して静電破壊することを防止するために、静電気の発散性にも優れた転がり軸受について鋭意研究した。その結果、転がり軸受に使用される転動体を、高速回転時において安定した摺動性および耐久性を有するセラミックス製転動体と、導電性に優れた軸受鋼製転動体とを組み合わせる構成することにより、上記課題が効果的に解決されとの知見を得て、本発明を完成させた。

【0016】

すなわち、本発明の転がり軸受は、回転中心に対して同心状に配置された内輪と外輪との間の環状空間に複数の転動体を配設した転がり軸受において、複数の転動体がセラミックス製転動体と導電性材料製転動体とから構成され、導電性材料製転動体の少なくとも一組

10

20

30

40

50

以上は回転中心に対して点対称の位置に配置されていることを特徴とする。

【0017】

セラミックス製転動体は導電性を持たないが、導電性を有する軸受鋼製転動体と組み合わせて配置することにより、例えば外輪に発生した静電気を軸受鋼製転動体で内輪へ逃がし、更に内輪と電氣的に接続された回転軸部分等を介して静電気を発散させて、帯電を防止することが可能である。

【0018】

一方、転がり軸受の高速回転時の安定性を向上するためには、転動体をバランス良く配置することが必要である。そのため、セラミックスと軸受鋼の物性の差による摺動性等の特性差を考慮して配置する必要がある。すなわち、この転がり軸受は、同一材料の転動体
10
同上を回転中心に対して点対称位置に配置することにより、転がり軸受の回転バランスが良好になるので、セラミックス製転動体による安定した摺動性と、軸受鋼製転動体による良好な導電性とを併せ持つ転がり軸受を提供することが可能である。

【0019】

また、転動体に導電性に優れた軸受鋼を使用するので、転動体に静電気の帯電防止を目的とした添加物を混合する必要がなく、製造コストが低減され、従来の転がり軸受に比較して、静電気の帯電をより確実に防止することが可能である。

【0020】

同一材料製の転動体を回転中心に対して点対称位置に配置せずに、周方向に連続して配置させると、転動体の重量バランスが回転中心に対して点対称にならず、転がり軸受の周方
20
向での摺動性にばらつきが生じるため好ましくない。

【0021】

さらに、セラミックス製転動体を構成する材料が窒化けい素焼結体であることが好ましい。

【0022】

転がり軸受に用いられる窒化けい素焼結体は、例えば主成分としての窒化けい素に、主に Mg, Al, Y, Sc, La, Ce 等の金属元素の酸化物や窒化物を焼結助剤として添加して、液相焼結により焼結体を高密度化させて製造される。

【0023】

一方、導電性材料製転動体の直径は、セラミックス製転動体の直径より 0.03 ~ 0.3
30
 μm 小さいことを特徴とする。

【0024】

セラミックス製転動体の熱膨張率は内外輪を構成する金属の熱膨張率に比べて低いものである。従って回転時の摩擦熱により軸受鋼製転動体とセラミックス製転動体の外径に差が生じ、転がり軸受の安定性に影響を及ぼす。

【0025】

そこでこの転がり軸受は、予め、軸受鋼製転動体をセラミックス製転動体よりも小さく構成する。発明者らの知見によれば、軸受鋼製転動体の外径をセラミックス製転動体の外形より 0.03 μm ~ 0.3 μm 小さくすることにより、回転時の摩擦熱により生じる外径の差による影響を回避し、回転機器の不安定さを防止することができる。セラミックス製
40
転動体と軸受鋼製転動体の外径の差が 0.03 μm よりも小さいと、高速回転時における熱膨張率の差を解消する効果に乏しく、また、セラミックス製転動体と軸受鋼製転動体の外径の差が 0.3 μm を超えると、外径差が大きくなり、転がり軸受が安定した摺動性能を発揮しない。

【0026】

また、転がり軸受に使用される転動体の総数に占めるセラミックス製転動体の割合が 50 % 以上であることが好ましい。

【0027】

転がり軸受の機器高速回転時の安定性を考慮すると、摺動性および耐久性に優れたセラミックス製転動体を使用することが好ましい。従って、転がり軸受に使用される転動体の総
50

数のうち、軸受鋼製転動体は導電性を確保する目的上必要な最小限の個数とすることが好ましい。

【0028】

そこで、本発明の転がり軸受は、転動体の総数のうち50%以上をセラミックス製転動体とし、残りの転動体を軸受鋼製転動体とする構成とした。

【0029】

また、セラミックス製転動体および導電性材料製転動体は球状に形成されたことを特徴とする。

【0030】

転がり軸受には、例えば高負荷荷重用の円柱形状の転動体を配設することも可能であるが、通常、軽負荷荷重用転がり軸受においては、各転動体を球状に形成することにより、より回転機器の高速化を図ることができる。従って、ハードディスク等の磁気記憶装置、光磁気記憶装置などの高速回転が要求される電子機器への対応が可能となる。

【0031】

上記のように構成した転がり軸受をスピンドルモータの回転軸の軸受に使用することにより、機器の高速回転時における信頼性を向上することが可能である。

【0032】

上記構成に係る転がり軸受は、特に高速回転を要求される電子機器、例えばハードディスクドライブ等の電子機器の回転駆動部に適用する軸受として好適であり、導電性材料製転動体を經由して静電気が効果的に発散されるため、回転駆動に伴って発生する静電気が必要以上に帯留することを効果的に防止することが可能である。

【0033】

【発明の実施の形態】

本発明に係る転がり軸受の実施の形態について、以下の実施例を参照して具体的に説明する。

【0034】

図1に本発明の転がり軸受の構造図を示す。転がり軸受10は、外輪1と内輪2との間の環状空間に導電性材料製転動体3および絶縁性材料製転動体4が保持器5を介して回転可能に保持されて構成される。同一材料の転動体は回転中心に対して点対称位置に配置し、絶縁性材料製転動体4の転動体の総数に占める割合は、50%以上とする。

【0035】

表1に示すような転動体の構成を有する転がり軸受（実施例1～実施例3および比較例1～比較例4）を作製し、これらの転がり軸受をスピンドルモータの軸受部分にそれぞれ使用して、スピンドルモータの音響特性及び静電破壊の有無について評価を行った。

【0036】

（実施例1）

8個の転動体を使用する転がり軸受を、軸受鋼製転動体4個と窒化けい素製転動体4個とで構成し、同一材料の転動体同士が回転中心に対して点対称位置に配置されるようにして転がり軸受を作製した。

【0037】

この転がり軸受を用いたスピンドルモータの音響特性を以下の計測方法により計測した。すなわち、転がり軸受の外輪側にて回転速度10000rpmで連続10000時間稼動させた前後における音の強さを、マイクロフォン（ピックアップセンサー）で拾って、そのセンサ出力の増加量（%）を測定した。なお、スピンドルモータの運転時における音の強さの実用上の上限は30dBである。

【0038】

また、静電破壊の測定は、スピンドルモータをハードディスクドライブに組み込み、回転速度10000rpmで連続10000時間稼動させた後にハードディスクドライブが正常に稼動するかどうかを確認し、20台のハードディスクドライブが全台稼動した場合は静電破壊「無」とし、1台でも稼動しないものがあれば静電破壊「有」と表記した。

【0039】

(実施例2)

8個の転動体を使用する転がり軸受を、軸受鋼製転動体2個と窒化けい素製転動体6個とで構成し、同一材料の転動体同士が回転中心に対して点対称位置に配置されるようにして転がり軸受を作製した。

【0040】

この転がり軸受を用いたスピンドルモータの音響特性を実施例1と同様の計測方法により計測した。また静電破壊の有無について実施例1と同様の評価方法により評価した。

【0041】

(実施例3)

8個の転動体を使用する転がり軸受を、軸受鋼製転動体6個と窒化けい素製転動体2個とで構成し、同一材料の転動体同士が回転中心に対して点対称位置に配置されるようにして転がり軸受を作製した。

【0042】

この転がり軸受を用いたスピンドルモータの音響特性を実施例1と同様の計測方法により計測した。また静電破壊の有無について実施例1と同様の評価方法により評価した。

【0043】

(比較例1)

8個の転動体を使用する転がり軸受の転動体を、全て軸受鋼製転動体で構成し、転がり軸受を作製した。

【0044】

この転がり軸受を用いたスピンドルモータの音響特性を実施例1と同様の計測方法により計測した。また静電破壊の有無について実施例1と同様の評価方法により評価した。

【0045】

(比較例2)

8個の転動体を使用する転がり軸受を、軸受鋼製転動体5個と窒化けい素製転動体3個とで構成し、軸受鋼製転動体を除き、同一材料の転動体同士が回転中心に対して点対称位置に配置されるようにして転がり軸受を作製した。

【0046】

この転がり軸受を用いたスピンドルモータの音響特性を実施例1と同様の計測方法により計測した。また静電破壊の有無について実施例1と同様の評価方法により評価した。

【0047】

(比較例3)

8個の転動体を使用する転がり軸受を、軸受鋼製転動体1個と窒化けい素製転動体7個とで構成し、軸受鋼製転動体を除き、同一材料の転動体同士が回転中心に対して点対称位置に配置されるようにして転がり軸受を作製した。

【0048】

この転がり軸受を用いたスピンドルモータの音響特性を実施例1と同様の計測方法により計測した。また静電破壊の有無について実施例1と同様の評価方法により評価した。

【0049】

(比較例4)

8個の転動体を使用する転がり軸受を、全てセラミックス製転動体で構成し、転がり軸受を作製した。

【0050】

この転がり軸受を用いたスピンドルモータの音響特性を実施例1と同様の計測方法により計測した。また静電破壊の有無について実施例1と同様の評価方法により評価した。

【0051】

実施例1～実施例3および比較例1～比較例4の転がり軸受についての音響特性試験および静電破壊試験の試験結果を表1に示す。

【0052】

10

20

30

40

50

【表 1】

	軸受鋼転動体	窒化けい素転動体	振動(音響)実験結果 (dB)	静電破壊
	個数	個数		
実施例 1	4	4	45	無
実施例 2	2	6	43	無
実施例 3	6	2	45	無
比較例 1	8	0	50	無
比較例 2	5	3	53	無
比較例 3	1	7	50	無
比較例 4	0	8	40	有

【 0 0 5 3 】

実施例 1 ～実施例 3 および比較例 1 ～比較例 4 の転がり軸受を用いたスピンドルモータの音響特性および静電破壊についての試験結果を評価すると、実施例 2 の転がり軸受を用いたスピンドルモータは、振動（音響）実験結果が 4 3 d B と振動の防止効果が高く、また静電破壊も防止されており、最も高品質の転がり軸受が得られた。

【 0 0 5 4 】

実施例 1 の転がり軸受を用いたスピンドルモータも、音響特性については、振動（音響）実験結果が 4 5 d B と実施例 2 の転がり軸受を用いたスピンドルモータに比較してやや低いものの、静電破壊は効果的に防止されており、良好な品質を有する転がり軸受であることが判明した。

【 0 0 5 5 】

また、実施例 3 の転がり軸受を用いたスピンドルモータも同様に、音響特性については、振動（音響）実験結果が 4 5 d B と実施例 2 の転がり軸受に比較してやや低いものの、静電破壊は効果的に防止されており、良好な品質を有する転がり軸受が得られた。

【 0 0 5 6 】

一方、転動体を全て軸受鋼製とした比較例 1 の転がり軸受を用いたスピンドルモータは、良好な導電性を有するため、静電破壊は確実に防止されるが、振動（音響）実験結果が 5 0 d B とセラミックス製転動体に比較して音響特性において劣っており、高速回転機器における安定的な性能を保証することが不可能であった。

【 0 0 5 7 】

また、転動体を全てセラミックス製とした比較例 4 の転がり軸受を用いたスピンドルモータは、機器の高速回転時における安定性に優れるため、振動（音響）実験結果が 4 0 d B と音響特性は優れているが、導電性を有さないため、静電破壊するハードディスクドライブがあった。

【 0 0 5 8 】

また、比較例 2 の転がり軸受は、セラミックス製転動体を奇数個（3 個）配置したものであるが、このような転動体の配置とした転がり軸受を用いたスピンドルモータは、ハードディスクの静電破壊は防止されるが、振動が多く、振動（音響）実験結果が 5 3 d B と音響特性が低下した。これは、同一材質の転動体が対角に配置されないため、軸受鋼とセラミックスの撓動性および熱膨張率の差異により、機器の高速回転における安定性が低下することによると判断された。

【 0 0 5 9 】

一方、セラミックス製転動体を 7 個配置した比較例 3 の転がり軸受を用いたスピンドルモータも同様に、振動が多く、振動（音響）実験結果が 5 0 d B と音響特性が低下した。

【 0 0 6 0 】

上記試験結果より以下の知見を得た。すなわち、転動体の総数に対するセラミックス転動

10

20

30

40

50

体の割合は、50%以上とすることが好ましい。また、転動体の構成は、窒化けい素と軸受鋼とは比重および熱膨張率が異なるため、1個または、2個連続する様な配置では、バランスを崩し、音響特性等を低下させる。そのため同一材質の転動体は対角に配置することにより、転がり軸受の安定性が向上される。

【0061】

【発明の効果】

以上説明のように、本発明に係る転がり軸受およびそれを用いたスピンドルモータによれば、高速回転時における安定した摺動性を備え、静電気の発散性に優れた構成としたので、ハードディスク等の磁気記憶装置、光磁気記憶装置などの高速回転が要求される電子機器への対応が可能な転がり軸受およびそれを用いたスピンドルモータを提供することが可能である。

10

【図面の簡単な説明】

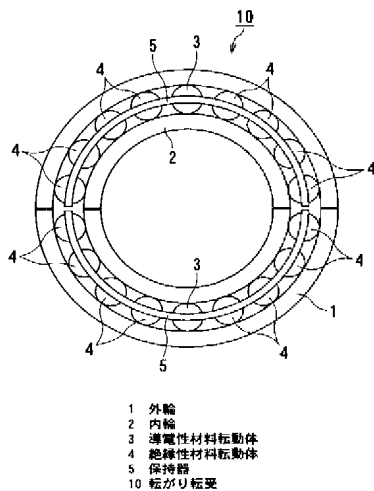
【図1】 本発明に係る転がり軸受の構造を示す模式図。

【符号の説明】

- 1 外輪
- 2 内輪
- 3 導電性転動体
- 4 絶縁性転動体
- 5 保持器
- 10 転がり軸受

20

【図1】



フロントページの続き

F ターム(参考) 3J101 AA03 AA32 AA52 AA62 BA10 EA02 EA44 FA11 GA53
5H607 AA04 BB01 BB07 BB09 BB25 CC01 DD02 DD14 GG01 GG08

DERWENT-ACC-NO: 2004-609955**DERWENT-WEEK:** 200459*COPYRIGHT 2009 DERWENT INFORMATION LTD***TITLE:** Roller bearing for spindle motor, has ceramic balls and electroconductive balls arranged symmetrically between inner and outer rings through holder**INVENTOR:** TONAI H**PATENT-ASSIGNEE:** TOSHIBA KK[TOKE]**PRIORITY-DATA:** 2003JP-032820 (February 10, 2003)**PATENT-FAMILY:**

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE
JP 2004245247 A	September 2, 2004	JA

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL- DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
JP2004245247A	N/A	2003JP- 032820	February 10, 2003

INT-CL-CURRENT:

TYPE	IPC DATE
CIPP	F16C33/32 20060101
CIPS	H02K7/08 20060101

ABSTRACTED-PUB-NO: JP 2004245247 A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - Ceramic balls (3) and electroconductive balls (4) are arranged symmetrically between inner and outer rings (2,1) through the holder (5).

DESCRIPTION - An INDEPENDENT CLAIM is also included for spindle motor.

USE - For spindle motor (claimed) used in hard disk drive (HDD), digital versatile disk (DVD) drive, magneto-optical disk drive. Also used in game machine, etc.

ADVANTAGE - Improves reliability and quality of the spindle motor. Provides stable sliding property during high speed rotation.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows the schematic view of the roller bearing. (Drawing includes non-English language text).

outer ring (1)

inner ring (2)

ceramic balls (3)

electroconductive balls (4)

holder (5)

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/1

TITLE-TERMS: ROLL BEARING SPINDLE MOTOR CERAMIC
BALL ELECTROCONDUCTING ARRANGE
SYMMETRICAL INNER OUTER RING THROUGH
HOLD

DERWENT-CLASS: Q62 V06 X11

EPI-CODES: V06-M10; X11-J05X;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: 2004-482888